

Japanese Patent Laid-open Publication No. JP 02-027124
Translation of the relevant part

When a skid occurred, the difference of revolution speeds of front wheels and rear wheels (GW-FW) is big as shown in Fig.8. An opening of throttle valve 10 is feedforward controlled as shown in Fig.9 to reach a target forward-control opening value STAG of forward control and successively further feedforward controlled to quickly reach a target forward-restoring-control value STAG. Accordingly, revolution speed of driving wheels 6 is immediately slowed down to allow quick convergence of the spin, and then is quickly restored to approach a target revolution speed MOKU for a subsequent feedback control. This control allows for a desirable restoration response.

The throttle valve 10 is subsequently feedback controlled by a feedback control module 26. Revolution speed GW of the driving wheels 6 is converged to the target revolution speed MOKU to control any further skid adequately.

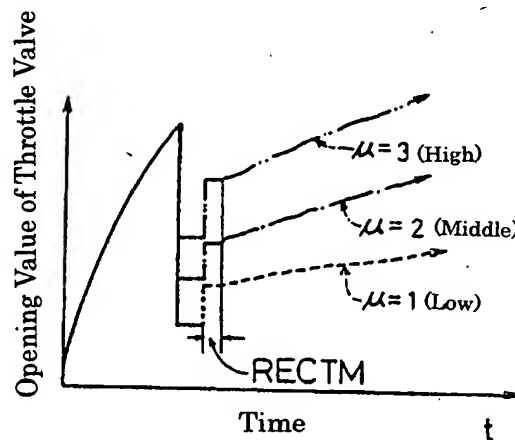


Fig. 9

⑫ 公開特許公報(A)

平2-27124

⑤Int. Cl.⁵F 02 D 29/02
41/22

識別記号

3 1 1 A
3 1 0 E

庁内整理番号

7713-3G
7825-3G

④③公開 平成2年(1990)1月29日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全9頁)

④④発明の名称 自動車のスリップ制御装置

②①特 願 昭63-178664

②②出 願 昭63(1988)7月18日

⑦②発 明 者 信 本 和 俊 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
⑦②発 明 者 塚 原 裕 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
⑦①出 願 人 マツダ株式会社 広島県安芸郡府中町新地3番1号
⑦④代 理 人 弁理士 前 田 弘 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

自動車のスリップ制御装置

2. 特許請求の範囲

(1) エンジン出力を調整する出力調整手段と、駆動輪のスリップを検出するスリップ検出手段と、該スリップ検出手段で検出されるスリップ量を制御目標値にするよう上記出力調整手段をフィードバック制御するフィードバック制御手段とを備えるとともに、アクセルペダルの踏み込み時を検出する踏み込み検出手段と、該踏み込み検出手段で検出したアクセルペダルの踏み込み時に、駆動輪のスリップ量が上記制御目標値未満の許容値以下のとき、アクセルペダルの踏み込みに応じてエンジン出力を増大させるよう上記フィードバック制御手段に優先して出力調整手段を制御する増大制御手段とを備えたことを特徴とする自動車のスリップ制御装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、車両の駆動輪のスリップを防止して走行安定性の向上を図るようにした自動車のスリップ制御装置の改良に関する。

(従来技術)

従来より、この種の自動車のスリップ制御装置として、例えば特開昭61-182434号公報に開示されるように、車両の駆動輪と従動輪との速度差を駆動輪のスリップ量として検出し、この駆動輪のスリップ量が制御目標値になるようエンジンのスロットル弁の開度制御でもってエンジン出力をフィードバック制御することにより、駆動輪の回転速度を調整してそのスリップを有効に防止し、車両の走行安定性の向上を図るようにしたものが知られている。

(発明が解決しようとする課題)

ところで、車両を運転するに際しては、運転者のアクセルペダルの踏み込み操作に応じてエンジン出力を増大させて車両を加速させることが運転者の操作感を良好なものにでき、好ましい。

しかるに、上記の如くスリップ量のフィードバ

ック制御を行っている場合には、アクセルペダルの踏み操作に拘らず駆動輪のスリップ量が制御目標値に制御されて、駆動輪の回転速度の上昇が行われなため、運転者はアクセルペダルを踏んでも車両速度が上昇しないと感じ、その操作感が低下する欠点がある。

本発明は斯かる点に鑑みてなされたものであり、その目的は、スリップ量のフィードバック制御中でも、可能な限り運転者のアクセルペダルの踏み操作に応じて車両の動きを直接反応させて、操作感の向上を図ることにある。

(課題を解決するための手段)

以上の目的を達成するため、本発明では、フィードバック制御中でもスリップ量が制御目標値未満の状況があることに着目し、この状況ではエンジン出力を若干増大させてもスリップ量制御に支障は生じず、駆動輪のスリップを招かないことから、この状況でのみ運転者のアクセルペダルの踏み操作に応じてエンジン出力を若干強制的に増大制御することとしている。

— 3 —

のスリップ発生に対して若干の余裕があるので、この状況で運転者によるアクセルペダル 11 の踏みがあれば、増大制御手段 28 によりエンジン出力が強制的に増大制御されても、駆動輪のスリップを生じることなく車両をアクセルペダルの踏みに応じて加速させることができる。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明の自動車のスリップ制御装置によれば、駆動輪のスリップ量を制御目標値にフィードバック制御している場合、駆動輪のスリップ発生に対してエンジン出力の増大に余裕があるときには、運転者によるアクセルペダルの踏みに応じてエンジン出力を若干強制的に増大制御したので、駆動輪のスリップ発生を招くことなく運転者の加速要求に対して車両を直接反応させて加速させることができ、運転者の操作感の向上を図ることができる。

(実施例)

以下、本発明の実施例を第 2 図以下の図面に基いて説明する。

— 5 —

つまり、本発明の具体的な構成は、第 1 図に示すように、エンジン出力を調整する出力調整手段 10 と、駆動輪のスリップを検出するスリップ検出手段 25 と、該スリップ検出手段 25 で検出されるスリップ量を制御目標値にするよう上記出力調整手段 10 をフィードバック制御するフィードバック制御手段 26 とを備えるとともに、アクセルペダル 11 の踏み時を検出する踏み検出手段 27 と、該踏み検出手段 27 で検出したアクセルペダル 11 の踏み時に、駆動輪のスリップ量が上記制御目標値未満の許容値以下のとき、アクセルペダル 11 の踏みに応じてエンジン出力を増大させるよう上記フィードバック制御手段 26 に優先して出力調整手段 10 を制御する増大制御手段 28 とを設ける構成としたものである。

(作用)

以上の構成により、本発明では、エンジン出力のフィードバック制御時には、駆動輪のスリップ量は制御目標値に徐々に収束することになるが、制御目標値未満の許容値以下の状況では、駆動輪

— 4 —

第 2 図は本発明に係る自動車のスリップ制御装置の全体概略構成を示し、1 はエンジン、2 は例えば前進 4 段、後退 1 段の自動変速機であって、該自動変速機 2 で変速されたエンジン動力は、変速機 2 後方に配置した推進軸 3、差動装置 4 及び後車軸 5 を介して左右の後輪 6、6 に伝達され、該後輪 6 を駆動輪とし、左右の前輪 7、7 を従動輪として構成している。

また、上記エンジン 1 の吸気通路 1a には、吸入空気量を制御してエンジン出力を調整する出力調整手段としてのスロットル弁 10 が配置されている。該スロットル弁 10 は、アクセルペダル 11 とは機械的な連動関係がなく、ステップモータ等で構成されたスロットルアクチュエータ 12 により電氣的に開度制御される。

さらに、前後左右の車輪 6、7 近傍には、各々、車輪の回転速度を検出する車輪速度センサ 13、13…が設けられていると共に、アクセルペダル 11 の開度を検出する開度センサ 14、ステアリング舵角を検出する舵角センサ 15、ブレーキペ

— 6 —

ダルの踏込時を検出するブレーキセンサ16、自動変速機2のレンジを検出するレンジセンサ17が設けられている。而して、以上の各センサ13~17の検出信号は、CPU等を有するコントローラ20に入力されていて、該コントローラ20により、スロットル弁10の開度制御によりエンジン出力を制御して、後輪(駆動輪)6のスリップを抑制、防止するようにしている。

次に、コントローラ20によるスリップ制御を第3図ないし第5図の制御フローに基いて説明する。

先ず、第3図のメインフローから説明するに、ステップSM1でシステムをイニシャライズした後、ステップSM2でアクセルペダル11の踏込み量に応じたスロットル弁10の目標開度NTAGを演算し、ステップSM3で駆動輪6のスリップ制御を第5図のスリップ制御フローに基いて行い、基本的にスリップ制御時にはその制御開度STAGにスロットル弁10を開度制御し、スリップ制御を要しない通常制御時には上記ペダル踏込み量に

- 7 -

前輪速度(従動輪速度)PWとを比較する。ここに、駆動輪速度WRは左右の後輪のうち大きいほうの速度を用い、従動輪速度PWは左右の両輪の回転速度の平均を用いる。而して、 $WR - PW$ が大きい大スピン時には、ステップS3でスピンフラグSPIN(大スピン時にSPIN=0)の値を判別し、SPIN≠0の場合には大スピンの発生時と判断して、ステップS4でスピンフラグSPIN=0に設定すると共に、ステップS5で路面のμ判定用タイマGTIMを所定値(例えばGTIM=33)に初期設定すると共に、路面のμ判定終了フラグGGF(μ判定終了でGGF=FF)をGGF=0に初期設定し、また今回の従動輪速度PWを前回の従動輪速度PWOLDとしてステップS11進むこととする。

一方、上記ステップS2で前後輪の速度差($WR - PW$)が大きい場合には、更にステップS6でスピンフラグSPINの値を判別し、SPIN=0の大スピン時に限り、ステップS7で所定時間計測用のタイマRECTMを所定値(例えばRECTM=22)に初期設定する。そして、ステップS8で前後輪の速度

- 9 -

じた目標開度NTAGに制御することとして、ステップSM2に戻ることを繰返す。

次に、第4図の制御フローを説明するに、該制御フローは上記第3図のメインフローに所定時間毎に割込んで開始し、ステップS11で車輪速度、アクセルペダル開度、舵角等の各種データを入力すると共に信号処理した後、ステップS12で各種制御タイマに対しデクリメント等の処理をし、ステップS13でスロットル弁10の開度を実際に上記目標開度NTAG又は制御開度STAGに制御して終了する。

続いて、第5図のスリップ制御フローを説明する。先ず、ステップS1でスリップ制御の要/不要を運転者が選択するトラクションスイッチのON/OFF状態で判別し、ON状態でスリップ制御を要求する場合には、ステップS2以降で駆動輪(後輪)6のスリップ制御を行う。

而して、ステップS2以降でスリップの程度及び路面の摩擦係数(以下μという)を判別する。先ずステップS2で後輪速度(駆動輪速度)WRと

- 8 -

差($WR - PW$)が中程度か否かを判別し、中程度の場合にはステップS9でスピンフラグSPINをSPIN=100に、速度差($WR - PW$)が小さい場合にはステップS10でSPIN=255に各々設定する。

しかる後、ステップS11以降で路面のμを判定することとし、先ずステップS11でμ判定終了フラグGGF=0の場合(μ判定前)に限り、ステップS12で路面のμ判定用タイマGTIMの値を判別し、大スピン発生時からGTIM=0になった所定時間経過時に、ステップS13でこの時の従動輪速度PWと前回(大スピン発生時点)の従動輪速度PWOLDとの差から従動輪の加速度GG($=PW - PWOLD$)を把握して、ステップS14で今回の従動輪速度PWと従動輪の加速度GGとに基いて同ステップ中に示すマップから路面のμを把握する。ここに、マップ上、同一の従動輪速度PWでは従動輪の加速度GGが高いほど路面μも高いから、領域MU-1ではμは低く、領域MU-2ではμは中程度、領域MU-3ではμは高い。そして、路面のμを判定した後は、ステップS15でμ判定終了フラグGGFをGGF=FF(μ判定終了)に設

- 10 -

定して、ステップ S₁₆ 以降のスリップ制御に移ることとする。

ステップ S₁₆ 以降でのスリップ制御では、先ずステップ S₁₆ でアクセルペダル 11 の踏み込みの有無を判別し、踏み込み時(ON 時)限りスリップ制御を行うこととし、ステップ S₁₇ でスリップ制御中フラグ SPINC(スリップ制御中で 0)の値を判別し、SPINC ≠ 0 のスリップ制御開始時では、更にステップ S₁₈ でスピンフラグ SPIN の値を判別し、SPIN = 255 のスピン収束状態ではスロットル弁開度をアクセルペダルの踏み込み量に応じた開度値に設定すべく、直ちにステップ S₂₂ に進む。

一方、上記ステップ S₁₈ で SPIN ≠ 255 の場合は、ステップ S₁₉ でスリップ制御中フラグ SPINC を SPINC = 0 に設定した後、ステップ S₂₀ で駆動輪の回転速度のフィードバック制御における前後輪の回転速度差を路面の μ 及びアクセルペダル 11 の踏み込み量に応じた所定値 ΔN にすべく、駆動輪の目標回転速度 MOKU を、 $MOKU = PW + \Delta N$ に予め設定する。ここに、前後輪の回転速度差(後輪の目標ス

— 11 —

(第 6 図(イ)参照) こととし、同ステップ中に示すマップに基いて従動輪の回転速度 PW に応じた目標のフォワード制御開度値 STAG を求める。この制御開度値 STAG は推定した路面の μ に応じて設定され、路面 μ が低いほど一層小さい開度値に求められる。

また、上記の大スピン発生後に、スピンの幾分収まって上記ステップ S₂₁ で SPIN ≠ 0 となると、タイマ RECTM ≠ 0 の所定時間経過前では、上記の如く小開度値に設定したフォワード制御開度値 STAG を短時間で復帰させるようフィードフォワード制御することとし(第 6 図(ロ)参照)、ステップ S₂₄ で同ステップ中に示すマップに基いて従動輪の回転速度 PW に応じた目標のフォワード復帰制御値 STAG を求める。この復帰制御値 STAG は上記と同様に、推定路面 μ に応じて設定される。

而して、SPIN = 0 で且つタイマ RECTM = 0 になると、ステップ S₂₅ では上記ステップ S₂₀ で求めた駆動輪の目標回転速度 MOKU になるようフィードバック制御(例えば PI-PD 方式)により目標開度値 STAG

— 13 —

リップ量) ΔN の基本値は、領域 MU-1(低 μ 路)では例えば 2 km/h に、領域 MU-2(中 μ 路)では 4 km/h に、領域 MU-3(高 μ 路)では 6 km/h に各々設定され、これら基本値をアクセルペダル 11 の踏み込み量に応じた補正係数 k_{acc} で乗算補正して後輪の目標スリップ量(後輪のスリップの制御目標値) ΔN を得る。この補正係数 k_{acc} は、第 7 図に示す如く、アクセルペダル 11 の所定踏み量以下の領域では所定値(例えば 0.5 を保持し、所定踏み量を越える領域で漸次アクセルペダル 11 の踏み量の増大に応じて増大し、全踏み量時に 1.0 値となる特性に設定されており、アクセルペダル 11 の踏み量の増大時には後輪の目標スリップ量 ΔN も漸次増大して、後輪(駆動輪)の目標回転速度も高くなる。

しかる後、ステップ S₂₁ 及び S₂₂ で各々スピンフラグ SPIN の値及び大スピン収束後の計測タイマ RECTM の値を判別し、SPIN = 0 の大スピン発生時には、ステップ S₂₃ に進んでスロットル弁 10 の開度を小さな開度値にフィードフォワード制御する

— 12 —

を設定する。

その後は、アクセルペダル 11 の踏み込み時や開放側操作時に対処して、その踏み込み/開放操作に応じて車両を許容範囲で直接に加速又は減速反応させるべく、ステップ S₂₆ でアクセルペダル踏み量に応じた目標スロットル弁開度 NTAG に基いてフィードバック制御の目標開度 STAG を下記式により、アクセルペダル踏み量増大時には開度の増大側に補正し、踏み量減少時には開度の減少側に各々補正する。

$$STAG = (0.3 \times NTAG + 0.7 \times STAG) / 2$$

そして、ステップ S₂₇ でアクセルペダル 11 が開かれているか(開動作途中か)否かを判別し、開かれている YES の場合には、ステップ S₂₈ で駆動輪 6 の滑り率(駆動輪回転速度/従動輪回転速度)が設定値以上の過大時か否かを判別し、過大でないとき、つまり駆動輪 6 のスリップ量が目標値スリップ量(制御目標値) ΔN の許容値未満の許容値以下のときには、ステップ S₂₉ にて上記ステップ S₂₆ で求めたアクセルペダル踏み時での

— 14 —

補正目標開度を制御目標開度STAGとする。

一方、上記ステップS₂₇でアクセルペダル11が踏込まれていない場合、特にアクセルペダル11の踏み込み量の減少時には、直ちにステップS₂₉に進んで上記補正目標開度値を制御目標開度STAGとして設定する。

しかる後、ステップS₃₀でスリップ制御での目標開度STAGと、アクセルペダル踏み込み量に応じた目標開度NTAGとを比較し、 $STAG \leq NTAG$ の場合には、スリップ制御の必要時であるので、ステップS₃₁で実際に制御すべき開度値T_{AGET}をスリップ制御により求めた目標開度STAGとして制御して、終了する。

一方、上記ステップS₃₀で $STAG > NTAG$ の場合には、通常通りアクセルペダルに応じた開度に制御すべく、ステップS₃₂でスリップ制御中フラグSPINCをSPINC-255(スリップ制御の不要時)に設定すると共に、ステップS₃₃で路面の μ 判定終了フラグGGFをGGF-FFに設定(μ 判定終了)して、ステップS₃₄で実際に制御すべき開度値T_{AGET}をア

— 15 —

き)、補正目標開度値STAGをアクセルペダル踏み込み量に応じた目標開度値NTAGに応じて増大補正して、エンジン1の出力をアクセルペダル11の踏み込みに応じて増大させるよう上記フィードバック制御手段26に優先してスロットル弁10の開度を制御するようにした増大制御手段28を構成している。

したがって、上記実施例においては、駆動輪6のWRのスリップ量(回転速度差(WR - PW))に応じてスロットル弁10の開度制御がフィードバック制御とフィードフォワード制御とに適宜切換えられる。

今、大スリップ発生時には、両車輪の回転速度差(GV - PW)は第8図に示す如く大きい状況だが、この時にはスロットル弁10の開度が第9図に示す如く先ずフィードフォワード制御されて、目標のフォワード制御開度値STAGにまで素早く減少制御された後、再びフィードフォワード制御されて、目標のフォワード復帰制御値STAGにまで素早く復帰制御されるので、駆動輪6の回転速度が即座に

— 17 —

クセルペダル踏み込み量に応じた目標開度NTAGとして制御して、終了することとする。

よって、4個の車輪速度センサ13、13…及び第5図の制御フローのステップS₂、S₈により、駆動輪6のスリップを検出するようにしたスリップ検出手段25を構成している。また、ステップS₂₀、S₂₅により、上記スリップ検出手段25で検出される駆動輪6のスリップ量を、第6図(ハ)に示す如く、制御目標値(駆動輪(後輪)6と従動輪(前輪)7との間の回転速度差(WR - PW)) ΔN にするようスロットル弁10をフィードバック制御するフィードバック制御手段26を構成している。

また、同制御フローのステップS₂₇により、アクセルペダル11の踏み込み時を検出する踏み込み検出手段27を構成していると共に、ステップS₂₈、S₂₉により、上記踏み込み検出手段27で検出したアクセルペダル11の踏み込み時に、駆動輪6の滑り率が設定値未満の時(駆動輪6のスリップ量が目標スリップ量 ΔN 未満の許容値以下のと

— 16 —

低下してそのスピンの収束が速くなると共に、その後に行われるフィードバック制御における目標回転速度MOKU近傍にまで素早く復帰して、その復帰応答性が良好になる。

そして、その後は、スロットル弁10の開度がフィードバック制御手段26でフィードバック制御されるので、駆動輪6の回転速度GWは目標回転速度MOKUに良好に収束し、その後のスリップが有効に防止されることになる。

その場合、駆動輪6のスリップ量のフィードバック制御中において、第10図に示す如くアクセルペダル11が踏込まれた場合には、この踏み込み量の増大に応じて駆動輪6の目標値スリップ量 ΔN も大きくなって駆動輪6の目標回転速度MOKUも大きくなる(第5図のステップS₂₀)。このことにより、フィードバック制御におけるスロットル弁10の目標開度値STAGが大きくなり(ステップS₂₅)、この目標開度値STAG及び通常制御の目標開度値NTAGに基づいてスリップ制御の目標開度値STAGが増大側に補正されて(ステップS₂₈、S₂₉

— 18 —

)、駆動輪6の滑り率が設定値未満でスリップ発生に余裕のある状態に限り、スロットル弁開度がこの補正目標開度値STAGに増大制御されるので、エンジン出力が増大して駆動輪6の回転速度が上昇し、その分車両は加速することになる。よって、駆動輪6のスリップを招くことなく運転者によるアクセルペダル11の踏み込み操作に応じて車両を直接反応させて加速させることができ、運転者の操作感の向上を図ることができる。

尚、上記実施例では、駆動輪6の目標スリップ量 ΔN を第7図の特性図に基いてアクセルペダル11の踏み込み量に応じて可変制御したが、第7図の特性図に代えて、駆動輪6のスリップ量 ΔN をアクセルペダル開度の変化率により補正してもよい。また、アクセルペダル踏み込み量に拘らず固定制御する場合についても同様に適用できるのは勿論である。この場合における駆動輪6の回転速度の上昇の様子は第11図のようになる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の構成を示すブロック図である。

— 19 —

)、13…車輪速度センサ、20…コントローラ、25…スリップ検出手段、26…フィードバック制御手段、27…踏み込み検出手段、28…増大制御手段。

特許出願人 マ ツ ダ 株 式 会 社

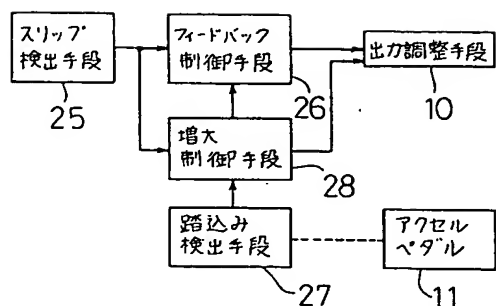
代 理 人 弁 理 士 前 田 弘

ほか2名

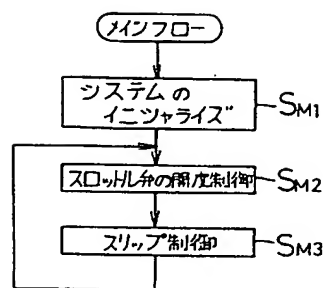
第2図ないし第10図は本発明の実施例を示し、第2図は全体概略構成図、第3図ないし第5図はコントローラによる駆動輪のスリップ制御を示すフローチャート図、第6図はフィードフォワード制御によるエンジン出力の減少及び復帰制御、並びにフィードバック制御によるエンジン出力制御の説明図、第7図はアクセルペダルの踏み込み量に対する駆動輪の目標スリップ量の補正係数特性を示す図、第8図は大スリップ時における駆動輪及び従動輪の回転速度の変化の様子の説明図、第9図は大スリップ発生時におけるスロットル弁開度の変化の様子を示す作動説明図、第10図は大スリップ収束後におけるフィードバック制御時でのアクセルペダルの踏み込みに対する駆動輪及び従動輪の回転速度の変化の様子の説明図である。第11図は駆動輪の目標スリップ量がアクセルペダル踏み込み量に応じて変化しない場合の第10図相当図である。

1…エンジン、6…後輪(駆動輪)、7…前輪(従動輪)、10…スロットル弁(出力調整手段)

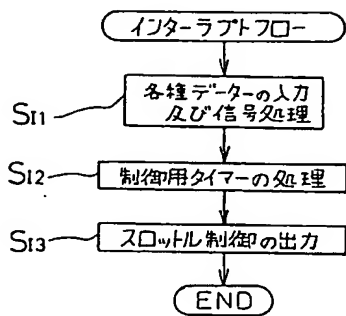
— 20 —



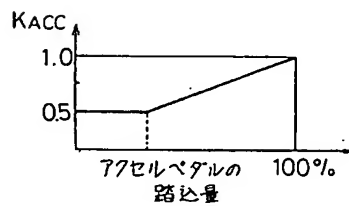
第 1 図



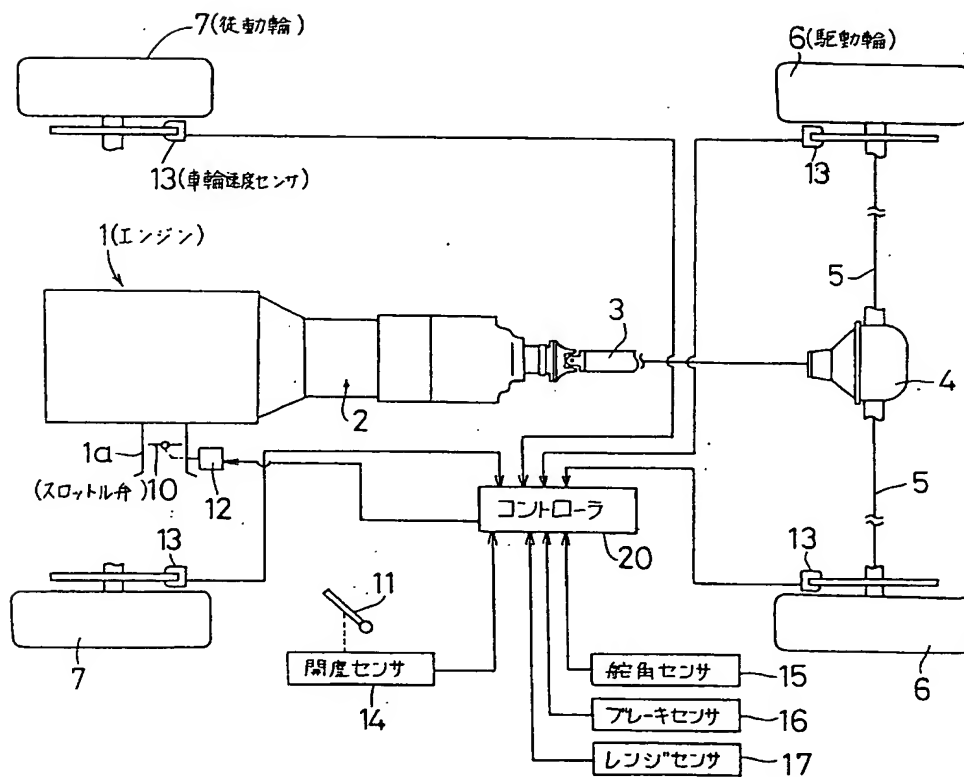
第 3 図



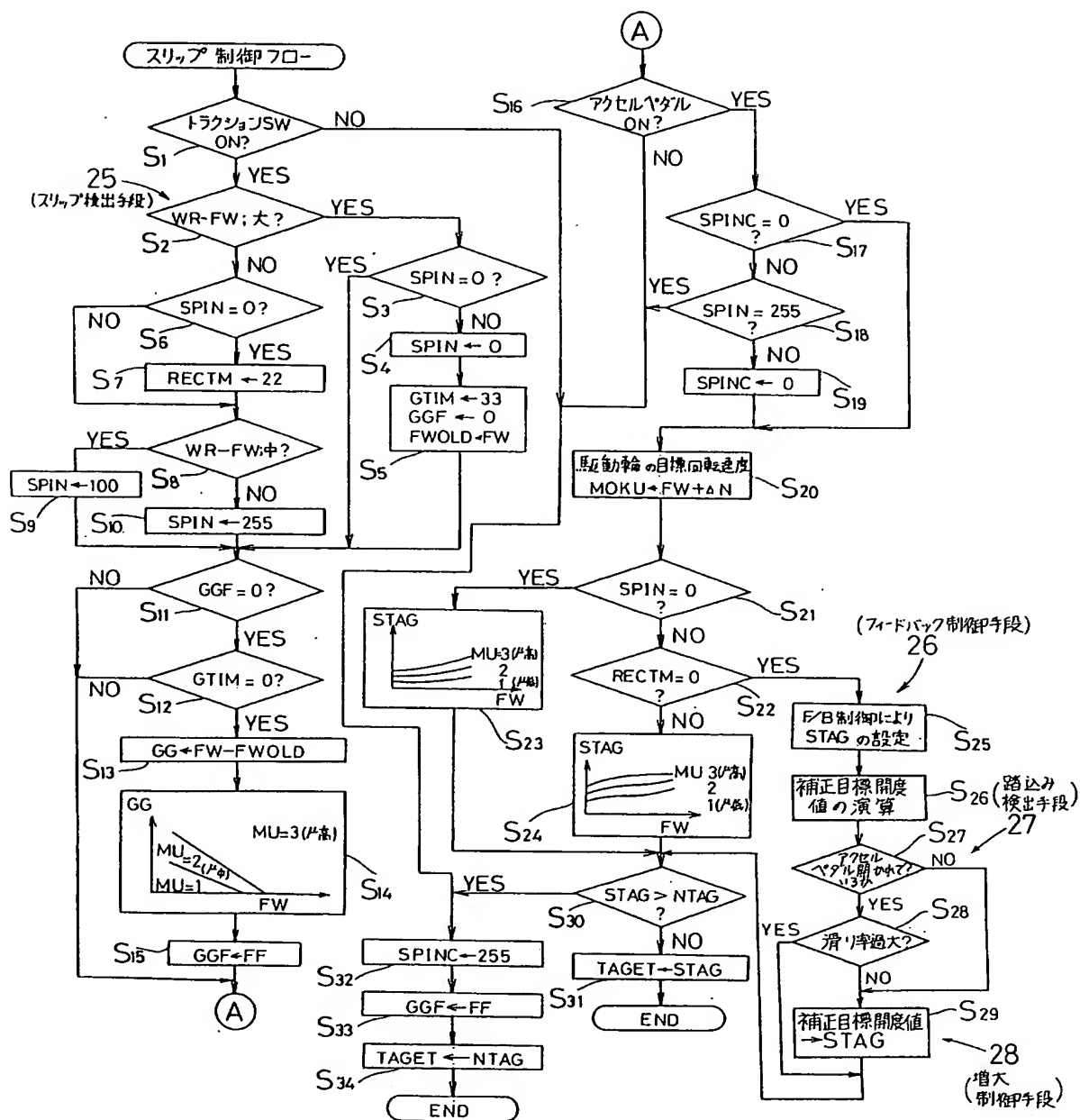
第 4 図



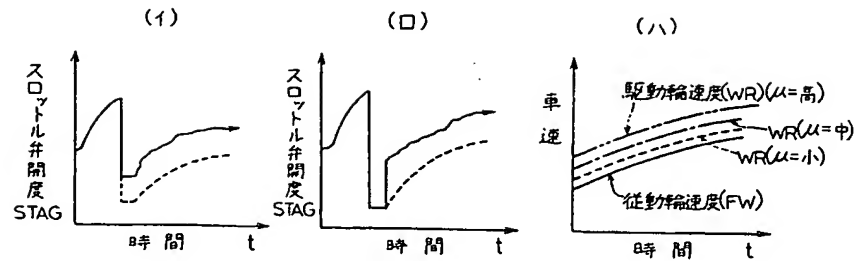
第 7 図



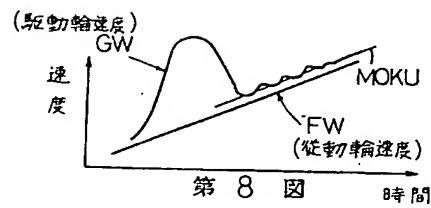
第 2 図



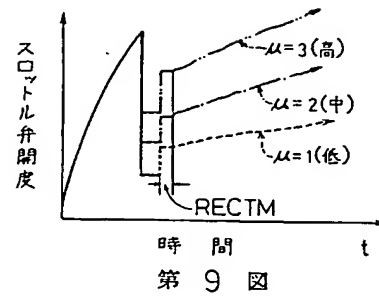
第 5 圖



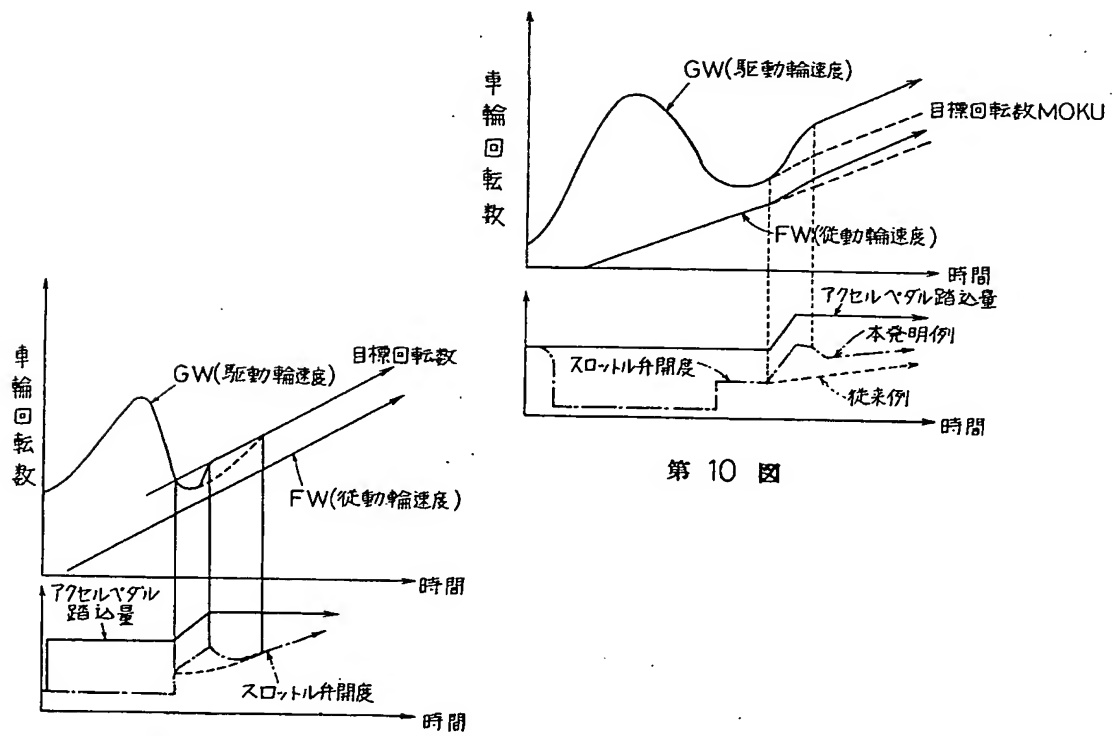
第 6 図



第 8 図



第 9 図



第 10 図

第 11 図